台灣農業化學與食品科學（中華民國九十七年四月／第四十六卷第二期：第五十七至六十九頁）
Taiwanese Journal of Agricultural Chemistry and Food Science (April, 2008) 46(2): 57-69

三種不同配方之肥料對蝴蝶蘭小苗營養生長與養分吸收之影響

張耿衡[1] 王斐能[2] 謝庭芳[1] 鍾仁賜[3*]

[1] 農業試驗所花卉研究中心
[2] 桃園區農業改良場
[3] 國立臺灣大學農業化學系

（接受刊載日期：中華民國九十七年一月十四日）

施用適當量肥料可使植物生長良好，且避免因肥料之過量施用而污染環境及浪費資源，進而增加栽培者之收益。蝴蝶蘭是臺灣目前重要之花卉之一，商業生產蝴蝶蘭所選用之肥料氮、磷及鉀比例是否恰當？相關之研究有限。本研究之目的在探討臺灣蝴蝶蘭之栽培業者慣用之肥培管理對蝴蝶蘭生長與養分吸收之影響，以做為栽培及改進配方之參考。共選用氮、磷及鉀比例不同之三種商業肥料 (30N-10P_2O_5-10K_2O、20N-20P_2O_5-20K_2O及15N-20P_2O_5-25K_2O，代號分別為30-10-10、20-20-20及15-20-25)。栽培期間共五個月。處理之後每個月測量各處理之葉面積、葉數、葉與根之乾重，同時測定葉與根之氮、磷、鉀、鈣、鎂、鐵、錳、銅與鋅之濃度。結果顯示，三種施肥處理之蝴蝶蘭小苗營養生長情形良好且皆無顯著差異，但對植體中元素濃度及吸收量之影響則因元素種類而異。30-10-10處理之蝴蝶蘭小苗植體中氮濃度顯著較高，累積吸收的氮量也是最多，但吸收效率卻最低；三處理植體中之磷濃度與吸收量間均無顯著差異，但15-20-25及20-20-20兩處理之磷有過量供給及浪費現象；植體之鉀濃度與吸收量均以肥料中鉀濃度最低之30-10-10處理者顯著較低，三處理均顯示鉀之供給量不足；雖然三處理間植體中之鈣與鎂濃度與吸收量無顯著差異，但顯示植體中鈣與鎂低於文獻所報導之蝴蝶蘭之鈣與鎂濃度，養液配方中應考慮鈣及增加鎂之供給；整體而言，三種施肥處理之蝴蝶蘭植體中之鐵、錳、銅及鋅無顯著差異，也無缺乏之虞。

關鍵字：蝴蝶蘭，肥料，氮，磷，鉀，營養生長。

The Effect of Three Fertilizer Formulae on the Growth and Nutrient Uptake of *Phalaenopsis amabilis* var. *formosana* in Seedling Stage

Keng-Heng Chang[1], Fei-Neng Wang[2], Ting-Fang Hsieh[1] and Ren-Shih Chung[3*]

[1] *Floriculture Research Center, Agriculture Research Institute, COA, Yun Lin, Taiwan*
[2] *Taoyuan District Agricultural Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan*
[3] *Department of Agricultural Chemistry, National Taiwan University, Taipei, Taiwan*

(Accepted for publication: January 14, 2008)

Adequate fertilization is necessary not only for the optimum growth of crop plants but also environmental friendly. *Phalaenopsis* (*Phal. amabilis* var. *formosana*) is an important commercial flower of Taiwan. However, there is limited information on fertilization in relation to *Phalaenopsis* and the effects of various nutrients on the growth. The purpose of this study was to evaluate the effects of three different formulae of commercialized fertilizers on the growth and nutrient uptake during the five-month growth period of seedling of *Phalaenopsis*. The three different kinds of fertilizers with different nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K) concentrations are: 30N-10P_2O_5-10K_2O (30-10-10), 20N-20P_2O_5-20K_2O (20-20-20), and 15N-20P_2O_5-25K_2O (15-20-15). The leaf area, leaf number, and dry weight of leaves and roots and the concentrations of N, P, K, calcium (Ca), magnesium (Mg), copper (Cu), zinc (Zn), iron (Fe), and manganese (Mn) of the leaves and roots of Phalaenopsis of different treatments were measured. The results show that treatments of different fertilizer formulae had no significant effect on the growth during the five-month growth in seedling stage of *Phalaenopsis*. However, the concentrations and accumulation of different nutrients in plants were affected by the treatments. Treatment of 30-10-10 resulted in the highest concentration and the largest accumulation of N in the different parts of *Phalaenopsis*. The N use efficiency of treatment 30-10-10 was the lowest among treatments. The concentrations and accumulation of P in roots and leaves

* Corresponding author. E-mail: chungrs@ntu.edu.tw

of *Phalaenopsis* were not significantly affected by the different fertilizer formulae. However, excess of P supply was observed in treatments of 15-20-25 and 20-20-20. The K concentration in plants and the uptake of K of the treatment 30-10-10 was the lowest among treatments. Potassium supply seems insufficient in all treatments. There were no significant differences in Ca and Mg concentrations in plants and uptake of Ca and Mg among treatments. The concentrations of Ca and Mg of the studied plants being lower than those of reported studies mean that the supplies of Ca and Mg were insufficient. It is necessary to increase the supply of Ca and Mg. In general, there were no significant differences in Fe, Mn, Cu, and Zn concentrations in different parts of the plants among treatments. The supplies of Fe, Mn, Cu, and Zn through fertilizer, irrigation water, and moss seems enough for the growth of *Phalaenopsis*.

Key words: *Phalaenopsis*, Fertilizer, Nitrogen, Phosphorus, Potassium, Vegetative growth.

前　　言

蘭花之生長需要相當多之養分[1]，近年來之研究亦證實，適當施用肥料可以促進蝴蝶蘭之生長[2-11]。目前臺灣蝴蝶蘭商業化栽培模式中，亦施用肥料以促進生長、改善品質。然而，商業化集約式作物生產模式，往往造成肥料之過量施用進而有污染環境之虞[12]。因此，建立適當之肥料施用量，可以節約生產成本，並避免浪費與汙染環境。在商業生產上，過度限制肥料施用，有時反而影響生產效率。Wang[7] 探討六種肥料配方對蝴蝶蘭(*Phal.* Tam Butterfly)營養生長之影響。其六種處理養液之氮濃度分別為100 *mg/L* (磷濃度介於11-131 *mg/L*；鉀濃度介於76-166 *mg/L*)及200 *mg/L* (磷濃度介於22-262 *mg/L*；鉀濃度介於152-332 *mg/L*)二組，顯示六種配方對其生長無顯著差異之影響，但氮濃度為200 *mg/L*處理組之蝴蝶蘭營養生長略高於100 *mg/L*者，而改變養液之磷及鉀之濃度則對蝴蝶蘭之影響並未如改變氮者顯著。Wang和Konow[9] 利用氮(*mg/L*)、磷(*mg/L*)與鉀(*mg/L*)組成分別為200：262：332、200：86：166、200：44：176及200：22：158之養液灌施蝴蝶蘭(*Phal.* Atien Kaala 'TSC 22')，結果顯示，200：86：166及200：44：176兩處理植株之營養生長無顯著差異，但比200：262：332及200：22：158兩處理之生長量高。此研究顯示此配方中增加磷及鉀之量，並無增加生長之效應。200：86：166、200：44：176及200：22：158等三處理之植體中之磷濃度並無顯著差異，顯示蝴蝶蘭不累積過多之磷，此現象亦可在楊等人[6] 之研究中發現。Wang和Konow[9] 之研究顯示氮(*mg/L*)、磷(*mg/L*)與鉀(*mg/L*)組成分別為200：60：200及200：0：200之兩種不同量磷肥處理之營養生長無顯著差異，且植體中之磷濃度相近(分別為2.7及2.6 *g/kg*)，顯示介質亦可提供相當量之磷，以供蝴蝶蘭利用生長。200：60：300及200：60：200兩種量之鉀肥處理之營養生長，無顯著差異，其植體鉀濃度分別為5.1及4.5 *g/kg*。此外，其他研究亦顯示，蝴蝶蘭之植體中之磷與氮濃度比介於8：100至10：100之間[3,13,14]。

作物品種不同時，肥料需求不同，而植株大小及生長季節不同，施肥量及施肥頻率亦應隨之調整[15]。臺灣因育種技術發達，所以商業生產所栽培之蝴蝶蘭品種繁多，且以特殊之三階段接力模式(出瓶苗至小苗、小苗至中苗及中苗至大苗)栽培。即不同苗期之蝴蝶蘭，由不同之生產者所完成，因而肥培管理不一致。一般有關蝴蝶蘭之肥培研究皆著重於大苗階段[3,6,8,11,13,14,16]，小苗之肥培資訊甚為缺乏。雖然王[17] 探討Peters 20N-20P_2O_5-20K_2O肥料濃度對四種代表性花型(色)蝴蝶蘭小苗營養生長之影響；楊[18] 探討溫度、光與無機養分對姬蝴蝶蘭和朵麗蝶蘭生長與開花的影響；官[19] 亦探討介質種類及施肥濃度對蝴蝶蘭生長之影響，但均未探討其與養分吸收之關係。臺灣目前之蝴蝶蘭生產者以水苔為栽培介質，考量使用之方便性，大部分(約有九成以上，非正式調查結果)以單一種商業水溶性肥料Peters 20N-20P_2O_5-20K_2O (20N-8.89P-16.6K)為蝴蝶蘭營養生育期之主要供給肥料，規模愈大者，愈是如此。在實際栽培上，尚無(或未公開)經試驗而得之適合蝴蝶蘭之氮、磷及鉀配方，則可能是此配方廣被使用之另一原因。

蝴蝶蘭生產者，雖已習慣使用Peters公司生產之水溶性系列肥料配方，但認為蝴蝶蘭之肥料配方有調整之空間及必要性。由於單一蘭園之栽培規模，少則數萬株，多至數十萬株，現階段而言，自行調製養液對業者似風險過高。而初步由慣用之商業肥料系列中，作篩選，然後，循序漸進改變配方，應是較為可行之作法。

因此，本研究係利用較常被使用之氮、磷

及鉀組成不同之三種配方之商業肥料，探討其對小苗時期中，不同生育階段臺灣蝴蝶蘭主要商業品種之一，*Phal. amabilis* var. *formosana*，小苗生長期間，對蝴蝶蘭小苗生長、植體內之養分組成特性之影響，以做為栽培及改變配方之參考。

材料與方法

一、材料

蝴蝶蘭(*Phal. amabilis* var. *formosana*)(商品名：臺灣阿媽)是臺灣原生種蝴蝶蘭，經商業化育種後之品種，小朵白花，花序長，朵數多，株型不高，為外銷日之主要品種，日本市場則佔臺灣外銷蝴蝶蘭之40%。

試驗於桃園區農業改良場(桃園，臺灣)溫室內進行。栽培之植株為選購自展壯蘭業公司(彰化，臺灣)之蝴蝶蘭分生瓶苗，栽培試驗移植前為定植於組織培養瓶中。栽培介質為智利水苔，其化學組成如表一所示。肥料以自來水調配Peters 30N-10P_2O_5-10K_2O、Peters 20N-20P_2O_5-20K_2O及Peters 15N-20P_2O_5-25K_2O水溶性肥料(均含Mg 0.05%) (Scotts company, Marysville, OH, USA)。三種營養液配方如表二所示。營養液之施用濃度為0.5 *g/L* (產業常用之濃度，業者常用稀釋倍數表示，小苗常用濃度為稀釋2000倍(0.5 *g/L*)至3000倍 [0.333 *g/L*])。所用自來水中氮、磷、鉀、鈣、鎂、錳、鋅與鈉之濃度分別為4.26、0.57、1.09、18.8、6.13、0.02、0.02及8.77 *mg/L*，鐵與銅低於偵測極限。本試驗於配置可活動收張之內外遮蔭網之玻璃溫室進行。因蝴蝶蘭適宜之光照強度為278-463 $\mu mol/m^2/s$[20]，因此，當試驗植株葉面上方30 *cm*處之光度達370.4 $\mu mol/m^2/s$，且持續達五分鐘時，遮蔭網即自動張開。又由於本研究於冬季期間進行，因此，試驗期間以柴油溫風式加溫機(熱力輸出99,800 *kcal/h*、出風量153 m^3/min)加溫，使溫室內氣溫維持於25-32℃。

二、處理

取葉數、葉長整齊度均一之蝴蝶蘭分生瓶苗300株(平均葉面積為17.8 $cm^2/plant$)，出瓶前先置於試驗溫室內一個月，進行馴化。將出瓶之蝴蝶蘭瓶苗之根以自來水清洗，再定植於經自來水浸泡脫水過之智利水苔為介質之直徑4.5 *cm*透明塑膠軟盆中。共有三種肥料配方處理：Peters 15N-20P_2O_5-25K_2O (處理代號15-20-25)、Peters 20N-20P_2O_5-20K_2O (處理代號20-20-20)及Peters 30N-10P_2O_5-10K_2O (處理代

表一　試驗所用水苔之組成

Table 1. Composition of Sphagnum moss used in the experiment

N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn
Total concentrations								
g/kg					mg/kg			
4.6	1.3	0.9	6.8	1.6	3.0	10.4	160	220
Exchangeable, *mg/kg*								
–[1]	10.8	54.0	1414	236	–	–	–	–

1 No determination.

表二　三種試驗養液之營養元素濃度

Table 2. Nutrient concentrations in nutrient solutions of different treatments

Peters Fertilizer	Treatment	Concentration, *mg/L*				
		N	P	K	Mg	B
15N-20P_2O_5-25K_2O-0.05Mg	15-20-25	75.0	44.5	103.7	0.25	0.034
20N-20P_2O_5-20K_2O-0.05Mg	20-20-20	100.0	44.5	83.0	0.25	0.034
30N-10P_2O_5-10K_2O-0.05Mg	30-10-10	150.0	22.2	41.5	0.25	0.034
		Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
15N-20P_2O_5-25K_2O-0.05Mg	15-20-25	0.018	0.25	0.0120	0.0045	0.011
20N-20P_2O_5-20K_2O-0.05Mg	20-20-20	0.018	0.25	0.0125	0.0045	0.0125
30N-10P_2O_5-10K_2O-0.05Mg	30-10-10	0.018	0.25	0.0125	0.0625	0.0125

號30-10-10），採用完全逢機排列(completely randomized design, CRD)，每處理種植100株。試驗由2005年1月進行至6月。自2005年1月18日起，每二週灌施液肥一次，每盆每次施用濃度為0.5 *g/L*肥料溶液10 *mL*。視介質乾濕程度，適時澆灌適量不含肥料之自來水，以補充介質含水量。施肥及澆水時，適當控制水量，避免造成溢流及由盆底流失，以計算有效施肥量。

三、調查分析

2005年1月18日進行試驗前採樣及調查，之後，每月進行採樣及調查，共計六次，各處理分別逢機採樣及調查12株蘭苗。調查項目包括總葉數、葉長、葉寬、葉面積、鮮重、乾重及氮、磷、鉀、鈣、鎂、鐵、錳、銅及鋅濃度；葉面積測定採用葉面積分析儀(LI-3100 Area Meter; Lincoln, NE, USA)。植株採取後，分為地下及地上部，分別測量其鮮重，在70℃下烘乾後，秤乾重；烘乾樣品經磨碎後，以濃硫酸分解，以全自動凱氏氮分析儀(Foss Kjeltec 2300 Analyzer; Hilleroed, Denmark)測定氮；以Murphy和Riley[21]之比色法測定磷；火焰光度計(Corning 410; Corning Science Products, Essex, UK)測定鉀；原子吸收光譜儀(GBC Avanta; Victoria, Australia)測定鈣、鎂及微量元素(鐵、錳、銅及鋅)。

表觀之元素利用效率(apparent element use efficiency, AEUE)[22,23] = (第五個月之元素總累積量(*mg/plant*)扣除苗之元素總量(*mg/plant*)) × 100%/元素施用總量。

結果與討論

一、營養生長特性

五個月栽培期間之蝴蝶蘭小苗生長特性結果顯示，三種不同肥料配方處理對蝴蝶蘭小苗營養生長皆無顯著差異之影響(表三)。經五個月栽培，三種不同肥料配方處理之蝴蝶蘭小苗，平均葉數由每株3.2片增加至5.5片，平均葉面積由每株17.8 cm^2增加至50.9 cm^2，平均葉乾重由每株0.08 *g*增加至0.40 *g*，平均根乾重由每株0.09 *g*增加至0.41 *g* (表三)。顯示所

表三　不同之肥料配方對蝴蝶蘭小苗五個月期間生長之影響

Table 3. Effect of fertilizer formulae on the growth of seedlings of *Phalaenopsis amabilis* var. *formosana* during the five months of growing period

Time	Treatment	Leaf no., /plant	Leaf area, cm^2/plant	Leaf dry weight, g/plant	Root dry weight, g/plant	Whole plant weight, g/plant	Leaf/Root
0	Seedling	3.2	17.8	0.08	0.09	0.17	0.97
The 1st month	15-20-25	3.9[a1]	25.1[a]	0.15[a]	0.12[a]	0.27[a]	1.32[a]
	20-20-20	3.6[a]	21.3[a]	0.12[a]	0.12[a]	0.24[a]	1.25[a]
	30-10-10	3.8[a]	18.9[a]	0.11[a]	0.10[a]	0.21[a]	1.25[a]
	Mean	3.8	21.8	0.13	0.11	0.24	1.27
The 2nd month	15-20-25	4.3[a]	26.6[a]	0.14[a]	0.19[a]	0.33[a]	0.73[a]
	20-20-20	4.0[a]	22.5[a]	0.11[a]	0.15[a]	0.26[a]	0.69[a]
	30-10-10	4.0[a]	24.7[a]	0.11[a]	0.16[a]	0.27[a]	0.75[a]
	Mean	4.1	24.6	0.12	0.17	0.29	0.72
The 3rd month	15-20-25	4.5[a]	29.5[a]	0.21[a]	0.19[a]	0.40[a]	1.14[a]
	20-20-20	4.8[a]	32.3[a]	0.23[a]	0.18[a]	0.41[a]	1.31[a]
	30-10-10	4.3[a]	27.4[a]	0.19[a]	0.18[a]	0.37[a]	1.07[a]
	Mean	4.5	29.7	0.21	0.18	0.39	1.17
The 4th month	15-20-25	5.1[a]	43.3[a]	0.28[a]	0.23[a]	0.51[a]	1.27[a]
	20-20-20	4.8[a]	40.3[a]	0.28[a]	0.26[a]	0.54[a]	1.12[a]
	30-10-10	5.1[a]	37.5[a]	0.24[a]	0.22[a]	0.46[a]	1.08[a]
	Mean	5.0	40.4	0.27	0.24	0.51	1.16
The 5th month	15-20-25	5.4[a]	53.7[a]	0.41[a]	0.43[a]	0.84[a]	0.96[a]
	20-20-20	5.3[a]	51.0[a]	0.42[a]	0.44[a]	0.86[a]	0.96[a]
	30-10-10	5.7[a]	47.9[a]	0.36[a]	0.35[a]	0.71[a]	1.10[a]
	Mean	5.5	50.9	0.40	0.41	0.81	1.01

1 Means in the same columns of the same stage followed by the same letter indicates no significant difference at 0.05 level (Duncan's multiple range test).

用之三種肥料配方，對蝴蝶蘭小苗生長有相似之影響。Wang[7] 之研究亦顯示改變養液中之氮、磷與鉀濃度而Wang和Konow[9] 則研究改變培養液之磷與鉀濃度對蝴蝶蘭小苗生長亦均無顯著差異之影響。王[17] 於秋季利用Peters $20N\text{-}20P_2O_5\text{-}20K_2O$，以不同濃度栽植五個蝴蝶蘭品種小苗，雖然顯示以2.0 *g/L*肥料濃度處理可達較多葉數，但葉展幅、葉長、葉寬及地上部乾鮮重以0.5 *g/L*及1.0 *g/L*肥料濃度處理者較大。即當肥料濃度提高到2.0 *g/L*時，對地上部與地下部生長皆有抑制之現象。

雖然在統計上，不同肥料配方處理，均對蝴蝶蘭小苗之生長，無顯著差異之影響，但是蝴蝶蘭小苗植體中氮濃度較高之處理(30-10-10處理)之乾重略低，而其他二處理者則相近，顯示養液中之氮濃度高，並不一定利於蝴蝶蘭小苗之生長。經五個月栽培，葉及根乾重增加量隨時間而有變化，但是當完成小苗五個月栽培時，其葉與根比又回到接近瓶苗之葉與根比。表三顯示栽培第一個月之蝴蝶蘭小苗增加葉乾重大於根乾重者，且葉與根乾重比為整個栽培期間最高者，平均值為1.27。這是由於蘭苗移植，因根系環境劇變或栽植處理造成之移植休克(transplanting shock)[24,25]。在適應期間，根系生長延遲。栽培第二個月之結果則相反，根乾重大於葉乾重，葉乾重不但沒有增加反而略呈下降之現象，且葉與根乾重比為整個栽培期間最低者，平均值為0.72 (表三)。表示根系渡過適應期後，於栽培第二月即得以生長，以利養分與水分吸收。這時期之根為比葉強之貯積部位(sink)，光合產物向根傳輸者多於留於葉者。此現象與Klepper[26] 認為作物於生長發生期之葉與根乾重比相對較低的結果一致。栽培第三及第四個月蝴蝶蘭小苗之葉及根平均乾重增加，葉乾重則大於根乾重，因此，葉與根乾重比之平均值，上升至1.17及1.16 (表三)。此與Klepper[26] 認為作物渡過生長發生期及停頓期之後，葉與根乾重比隨著生長期而上升之現象一致。栽培第五個月蝴蝶蘭小苗之葉乾重及根乾重亦皆比前期高，但根增加速度略高於葉，而葉與根乾重比之平均值則略降至1.01 (表三)。此外，由植株生長觀察發現，直徑4.5 *cm*盆之空間對栽培期超過四個月之蝴蝶蘭小苗而言，其根已充分伸展及飽和，部份蘭苗之新生根已外露於盆外(資料未示)，將會影響對養分與水分之吸收，相對亦將影響葉之生長。雖然此時期葉及根乾重仍持續增加，但可能已達穩定期，如以商業栽培之快速生產角度而言，應已達需換盆至較大栽培容器之時機。

二、元素吸收與植體元素濃度之變化

1. 氮

不同處理蝴蝶蘭小苗在不同時間不同部位之氮累積量，隨時間之增加而增加(表四)。葉或根中的氮量增加，且隨處理養液中之氮濃度高者有較高之趨勢。經第一個月栽培後，三種不同肥料處理之蝴蝶蘭小苗植體中之累積吸收氮總量，約是處理前苗中的一倍；顯示此時期雖然因移植休克而造成生長緩慢，但是葉的氮累積量仍明顯增加，以20-20-20的施肥處理之氮增加量最多。在第二個月栽培期間，各處理葉中的氮比前一生長期呈現減少之現象，根部者則較前一生長期者多。應是根系渡過適應期後，開始生長並累積氮且所吸收的氮大部份分配於根，而因自然老化所造成之下位葉脫落，導致葉中之氮比前一生長期減少之現象。15-20-25與30-10-10兩處理，在第二個月時，整株之氮量較第一個月者多，表示此時有氮之淨吸收，但是20-20-20處理者卻相反(表四)，即20-25-20處理損失之氮大於其所吸收者。第三個月以後，各處理葉之氮量均呈現隨時間而增加之現象，直至試驗結束。而於第三月時葉之氮增加量，是五個月中之最大者，顯示此時期葉之生長需要多量的氮。經五個月栽培後，以30-10-10處理葉之氮吸收量增加最多(表四)，楊等人[6] 及米田等人[8] 之研究亦顯示增加氮之供給量可促進蝴蝶蘭氮吸收。30-10-10處理乾重非三處理中最大者，顯示所施肥中之氮濃度高時，有奢侈消費之虞。根之氮量在第一及二個月均持續增加，但第三個月則呈現減少之現象，顯示此時氮由根輸出。經五個月栽培，以30-10-10處理根之氮量增加最多，而三處理根之氮累積增加量為每株2.86-6.43 *mg*。經五個月栽培，15-20-25、20-20-20及30-10-10三處理淨吸收之氮總量分別為每株6.59、8.74及11.89 *mg*。而試驗期間，三種施肥處理之所供給之氮量分別為每株7.5、10.0及15.0 *mg* (表二)。顯示氮吸收量隨氮供給量(供給肥料中氮比例)增加而增加。三種處理之表觀氮利用效率分別為87.9、87.4及79.3%。

雖然不同肥料處理對蝴蝶蘭小苗之生長並無顯著差異之影響，經二個月栽培後，三種不同肥料配方處理之蝴蝶蘭小苗葉之氮

表四　不同之肥料配方對蝴蝶蘭小苗五個月生長期間之氮吸收、分配與植體中氮濃度之影響

Table 4. Effect of fertilizer formulae on the N uptake and distribution in seedling of *Phalaenopsis amabilis* var. *formosana* during the five months of growing period

Time	Treatment	Root N con.[1], *g/kg*	Leaf N con., *g/kg*	Whole plant N con., *g/kg*	Root N amount, *mg*/plant	Leaf N amount, *mg*/plant	Whole N amount, *mg*/plant
0	Seedling	19.6	21.8	20.6	1.76	1.74	3.51
The 1st month	15-20-25	18.5^{b}[2]	23.9^{a}	21.5^{b}	2.22^{a}	3.59^{a}	5.81^{a}
	20-20-20	26.2^{a}	27.8^{a}	27.0^{a}	3.14^{a}	3.34^{a}	6.48^{a}
	30-10-10	29.0^{a}	25.9^{a}	27.4^{a}	2.90^{a}	2.85^{a}	5.75^{a}
	Mean	24.6	25.9	25.3	2.75	3.26	6.01
The 2nd month	15-20-25	19.9^{b}	17.7^{b}	19.0^{b}	3.78^{a}	2.48^{a}	6.26^{a}
	20-20-20	24.1^{a}	18.5^{ab}	21.7^{ab}	3.62^{a}	2.04^{a}	5.65^{a}
	30-10-10	27.0^{a}	20.6^{a}	24.4^{a}	4.32^{a}	2.27^{a}	6.59^{a}
	Mean	23.7	18.9	21.7	3.91	2.26	6.17
The 3rd month	15-20-25	14.8^{c}	20.2^{b}	17.6^{c}	2.81^{b}	4.24^{a}	7.05^{b}
	20-20-20	18.1^{b}	19.8^{b}	19.1^{b}	3.26^{ab}	4.55^{a}	7.81^{ab}
	30-10-10	22.1^{a}	23.7^{a}	22.9^{a}	3.98^{a}	4.50^{a}	8.48^{a}
	Mean	18.3	21.2	19.9	3.35	4.43	7.78
The 4th month	15-20-25	16.3^{c}	17.9^{b}	17.2^{b}	3.75^{c}	5.01^{a}	8.76^{b}
	20-20-20	18.3^{b}	18.5^{b}	18.4^{ab}	4.76^{b}	5.18^{a}	9.94^{ab}
	30-10-10	28.6^{a}	22.6^{a}	25.5^{a}	6.29^{a}	5.42^{a}	11.72^{a}
	Mean	21.1	19.7	20.4	4.93	5.20	10.14
The 5th month	15-20-25	10.7^{c}	13.4^{b}	12.0^{c}	4.60^{c}	5.49^{b}	10.10^{b}
	20-20-20	14.7^{b}	13.8^{b}	14.3^{b}	6.47^{b}	5.80^{b}	12.26^{ab}
	30-10-10	23.4^{a}	20.0^{a}	21.7^{a}	8.19^{a}	7.20^{a}	15.39^{a}
	Mean	16.3	15.7	16.0	6.42	6.16	12.58

1 Concentration.

2 Means in the same column of the same stage followed by the same letter indicates no significant difference at 0.05 level (Duncan's multiple range test).

濃度，開始呈現顯著差異，且持續至五個月之栽培結束。均顯示以15-20-20處理根之氮濃度顯著較低，第二個月則顯示30-10-10處理之根與葉氮濃度較高。而經五個月栽培，小苗葉之氮平均濃度為13.4-20.0 *g/kg*，根之氮平均濃度10.7-23.4 *g/kg*，兩者相近(表四)。米田等人[8] 研究成熟蝴蝶蘭(已可誘導開花)之結果亦顯示葉氮濃度與根部相近，而文獻中顯示之成熟蝴蝶蘭植體氮濃度介於10.9-25.1 *g/kg* [3, 6, 8, 9, 13, 14]。顯示出瓶五個月之蝴蝶蘭小苗，其植體中之整株之氮濃度(表四)與成熟植株者甚為相近。

2. 磷

栽培後之第一個月，三種處理之蝴蝶蘭小苗即呈現磷之吸收，且分配至葉與根。以15-20-25處理之磷淨吸收量最多。第二個月時，三處理葉與根中之磷，比前一生長期減少。到第三個月時，20-20-20處理之總磷量亦比前一生長期減少，其原因不易解釋。由於磷不是容易由植體中流失之元素，故植體總磷量之減少，應可歸因於此時期沒有顯著之磷吸收，而經由死亡植體所損失之磷量高於所吸收者。第四個月時，所有處理之葉及根的磷均呈現比前一生長期增加之現象，至第五個月，除30-10-10處理之總磷量比前期高外，另外兩處理均呈現比前一生長期少或無改變。根磷量顯示比前一生長期少，即表示根中有磷的淨輸出。但是第五個月又是五個月之生長期中，根與葉有最大乾物質累積之時期(表三)。顯示此時期雖然磷之吸收量少或沒有吸收，但卻不影響生長，而地上部所需的磷來自根中再動員(remobilization)與再傳輸(retranslocation)。此時期也是蝴蝶蘭小苗時期磷濃度最低之時期。經五個月栽培後，三種處理之磷吸收量並無顯著之差異，而分配在葉與根中的量也是如此(表五)。15-20-25、20-20-20及30-10-10三處理之磷淨吸收量每株分別為0.85、0.80與0.66 *mg*，處理間無顯著差異，但是磷施用量少之30-10-10處理之磷吸收量有較少之趨勢，楊等人[6] 亦有相同之發現。而試驗期間15-20-25、20-20-20及30-10-10三處理之磷供

表五　不同之肥料配方對蝴蝶蘭小苗五個月生長期間之磷吸收、分配與植體中磷濃度之影響

Table 5. Effect of fertilizer formulation on the P uptake and distribution in seedling of *Phalaenopsis amabilis* var. *formosana* during the five months of growing period

Time	Treatment	Root P con.[1], *g/kg*	Leaf P con., *g/kg*	Whole plant P con., *g/kg*	Root P amount, *mg*/plant	Leaf P amount, *mg*/plant	Whole P amount, *mg*/plant
0	Seedling	4.0	4.3	4.1	0.36	0.34	0.70
The	15-20-25	4.1[a][2]	3.0[a]	3.5[a]	0.49[a]	0.45[a]	0.94[a]
1st	20-20-20	3.6[a]	2.9[a]	3.3[a]	0.43[a]	0.35[a]	0.78[a]
month	30-10-10	3.7[a]	3.4[a]	3.5[a]	0.37[a]	0.37[a]	0.74[a]
	Mean	3.8	3.1	3.4	0.43	0.39	0.82
The	15-20-25	1.8[a]	2.6[a]	2.1[a]	0.34[a]	0.36[a]	0.71[a]
2nd	20-20-20	2.4[a]	2.7[a]	2.5[a]	0.36[a]	0.30[a]	0.66[a]
month	30-10-10	3.1[a]	2.6[a]	2.9[a]	0.50[a]	0.29[a]	0.78[a]
	Mean	2.4	2.6	2.5	0.40	0.32	0.72
The	15-20-25	1.4[a]	3.0[a]	2.2[a]	0.27[a]	0.63[a]	0.90[a]
3rd	20-20-20	1.3[a]	1.3[a]	1.3[a]	0.23[a]	0.30[a]	0.53[a]
month	30-10-10	2.0[a]	2.3[a]	2.2[a]	0.36[a]	0.44[a]	0.80[a]
	Mean	1.6	2.2	1.9	0.29	0.46	0.74
The	15-20-25	3.5[a]	2.7[a]	3.1[a]	0.81[a]	0.76[a]	1.56[a]
4th	20-20-20	3.1[a]	2.4[a]	2.7[a]	0.81[a]	0.67[a]	1.48[a]
month	30-10-10	2.7[a]	2.4[a]	2.5[a]	0.59[a]	0.58[a]	1.17[a]
	Mean	3.1	2.5	2.8	0.74	0.67	1.40
The	15-20-25	1.6[a]	2.1[a]	1.8[a]	0.69[a]	0.86[a]	1.55[a]
5th	20-20-20	1.5[a]	2.0[a]	1.7[a]	0.66[a]	0.84[a]	1.50[a]
month	30-10-10	1.3[a]	2.5[a]	1.9[a]	0.46[a]	0.90[a]	1.36[a]
	Mean	1.5	2.2	1.8	0.60	0.87	1.47

1 Concentration.

2 Means in the same column of the same stage followed by the same letter indicates no significant difference at 0.05 level (Duncan's multiple range test).

給量分別為每株4.5、4.5及2.2 *mg*（表一），三種處理之表觀磷利用效率分別為18.9、17.8及30.0%，顯示蝴蝶蘭小苗對磷之吸收效率低。

五個月栽培期間，三種不同肥料處理對葉及根之磷濃度皆無顯著差異之影響(表五)。顯示不同比例之氮、磷與鉀肥料處理對植體之磷濃度影響不大。即使在所處理之肥料配方下，肥料中之磷多者，並未能顯著增加蝴蝶蘭對磷的吸收。Wang和Konow[9] 之結果顯示氮(*mg/L*)、磷(*mg/L*)與鉀(*mg/L*)比率分別為200：60：200及200：0：200之兩種不同量磷肥處理之蝴蝶蘭小苗營養生長無顯著差異，且植體中之磷濃度相近(分別為2.7及2.6 *g/kg*)，顯示由灌溉水及介質來之磷即能滿足生長所需。由表五亦可知，隨苗之生長，植體中的磷濃度有下降之趨勢。經五個月栽培，小苗葉之磷濃度為2.1-2.5 *g/kg*，高於根之磷濃度1.3-1.6 *g/kg*。表五所示蝴蝶蘭小苗自出瓶一個月至五個月之整株磷濃度為1.3-3.5 *g/kg*，與文獻中顯示之成熟蝴蝶蘭植體磷濃度介於1.6-3.7 *g/kg*之間[3,6,8,9,13,14] 相近。此可能表示蝴蝶蘭植體中的磷濃度，由栽培五個月之小苗至大苗無大的變化。

3. 鉀

處理之第一個月，整株之鉀淨吸收量，以15-20-25處理最高，其中葉之淨累積量則大於根者；以30-10-10處理整株之淨吸收量最低且根的鉀量則比處理前之苗者少，表示鉀由根中輸出。在第二個月時，三處理植體之總鉀量均呈現比前一生長期減少之現象(表六)，此與磷之情形相同。顯示此時期鉀由植物體中流失，應可歸因於部分植體死亡而損失鉀，新吸收之鉀又不足以補償損失量。第三個月以後，各處理則呈現鉀之淨吸收，以第四個月之淨吸收量最大。此與氮及磷之情形相同，應與此時之生長量較大有關。第五個月時，僅20-20-20處理呈現比其他處理較大之淨吸收現象，推測應是植體中的鉀足夠，故再吸收的量不多。經五個月栽培後，三種處理之蝴蝶蘭小苗葉之鉀淨累積量，以30-10-10處理較低，其餘二處理相近。葉與根之情形與整株者相似。15-20-25、20-20-20及30-10-10三處理

表六 不同之肥料配方對蝴蝶蘭小苗五個月生長期間之鉀吸收、分配與植體中鉀濃度之影響

Table 6. Effect of fertilizer formulation on the K uptake and distribution inf seedling of *Phalaenopsis amabilis* var. *formosana* during the five months of growing period

Time	Treatment	Root K con.[1], *g/kg*	Leaf K con., *g/kg*	Whole plant K con., *g/kg*	Root K amount, *mg*/plant	Leaf K amount, *mg*/plant	Whole K amount, *mg*/plant
0	Seedling	43.8	78.1	59.9	3.9	6.2	10.2
The 1st month	15-20-25	45.6^{a}[2]	68.8^{a}	58.5^{a}	5.5^{a}	10.3^{a}	15.8^{a}
	20-20-20	41.3^{ab}	65.6^{a}	53.5^{a}	5.0^{a}	7.9^{a}	12.8^{a}
	30-10-10	35.6^{b}	75.6^{a}	56.6^{a}	3.6^{b}	8.3^{a}	11.9^{a}
	Mean	40.8	70.0	56.2	4.7	8.8	13.5
The 2nd month	15-20-25	18.1^{a}	54.4^{a}	33.5^{a}	3.4^{a}	7.6^{a}	11.1^{a}
	20-20-20	20.0^{a}	51.9^{ab}	33.5^{a}	3.0^{a}	5.7^{ab}	8.7^{a}
	30-10-10	24.4^{a}	48.8^{b}	34.3^{a}	3.9^{a}	5.4^{b}	9.3^{a}
	Mean	20.8	51.7	33.8	3.4	6.2	9.7
The 3rd month	15-20-25	12.5^{ab}	54.4^{a}	34.5^{a}	2.4^{a}	11.4^{a}	13.8^{a}
	20-20-20	9.4^{b}	28.8^{b}	20.3^{b}	1.7^{a}	6.6^{b}	8.3^{b}
	30-10-10	16.3^{a}	41.9^{b}	29.4^{ab}	2.9^{a}	8.0^{b}	10.9^{ab}
	Mean	12.7	41.7	28.1	2.3	8.7	11.0
The 4th month	15-20-25	21.9^{a}	57.5^{a}	41.4^{a}	5.0^{a}	16.1^{a}	21.1^{a}
	20-20-20	16.9^{ab}	48.8^{b}	33.4^{ab}	4.4^{ab}	13.7^{b}	18.1^{ab}
	30-10-10	13.8^{b}	48.1^{b}	31.7^{b}	3.0^{b}	11.5^{b}	14.6^{b}
	Mean	17.5	51.5	35.5	4.13	13.8	17.9
The 5th month	15-20-25	14.4^{a}	36.9^{a}	25.4^{a}	6.2^{a}	15.1^{a}	21.3^{a}
	20-20-20	13.1^{a}	34.4^{a}	23.5^{a}	5.8^{a}	14.4^{a}	20.2^{a}
	30-10-10	10.0^{b}	32.5^{a}	21.4^{a}	3.5^{b}	11.7^{a}	15.2^{b}
	Mean	12.5	34.6	23.4	5.17	13.7	18.9

1 Concentration.

2 Means in the same column of the same stage followed by the same letter indicates no significant difference at 0.05 level (Duncan's multiple range test).

在五個月中整株之鉀淨吸收量分別為每株11.1、10.0及5.0 *mg*，三種處理之鉀供給量分別為每株10.4、8.3及4.15 *mg*。說明三種處理之表觀鉀利用效率皆高，分別為107、120.5及119.0%。顯示三處理之蝴蝶蘭均由栽培介質中攝取鉀[26,27]，亦可說明蝴蝶蘭對鉀之需求高[11]，所用之配方中鉀有不足之虞。

雖然在統計上不一定顯著，但是整體而言，養液鉀濃度最高之15-20-25處理，其葉及根之鉀濃度較高，即高鉀低氮的施肥處理組(15-20-25)，除在第五個月葉之鉀濃度及第二個月根之鉀濃度外，其葉及根之鉀濃度均比其他施肥處理者高，顯示養液之鉀濃度高，會影響植體的鉀吸收與累積。經五個月栽培，小苗葉之鉀濃度為32.5-36.9 *g/kg*，高於根者之10.0-14.4 *g/kg* (表六)，米田等人[8]之研究亦顯示葉之鉀濃度高於根者。表六所示栽培五個月之蝴蝶蘭小苗整株之鉀濃度為21.4-25.4 *g/kg*。不同處理間鉀濃度之範圍相當小，可能與鉀之供應量不足有關。

4. 鈣

栽培第一個月時，三種不同肥料配方處理之蝴蝶蘭小苗即呈現鈣之淨吸收，但是第二月時，則不論根或葉均呈現比前一生長期減少的現象，此與磷及鉀之情形相同，應是部分植體死亡脫落損失部分鈣而新吸收之量又無法補償損失者。第三個月以後則根與葉之鈣淨吸收均呈現正值，且越後期淨吸收量越大(表七)。由於鈣到達根表面主要靠蒸散流，因此，當植體越大時，蒸散量越多，所吸收之鈣也越多。經處理五個月，15-20-25及20-20-20兩處理之鈣淨吸收量顯著高於30-10-10處理者(表七)。經五個月栽培後，15-20-25、20-20-20及30-10-10三種處理淨吸收鈣總量分別為每株3.76、3.02及1.30 *mg*。由於三種處理之肥料配方均無鈣，顯示灌溉水及水苔可供給相當量鈣[26,27]而被吸收。低氮處理(15-20-25)則促進鈣吸收，此與楊等人[6]及Wang和Konow[9]等之研究結果不同，其研究顯示，肥料氮、磷與鉀比例之不同，會影響蝴蝶蘭對鈣之吸收，但是低氮處理之鈣吸收量比高氮者少。

整體而言，三種不同肥料處理對葉之鈣濃

表七　不同之肥料配方對蝴蝶蘭小苗五個月生長期間之鈣吸收、分配與植體中鈣濃度之影響

Table 7. Effect of fertilizer formulation on the Ca uptake and distribution in seedling of *Phalaenopsis amabilis* var. *formosana* during the five months of growing period

Time	Treatment	Root Ca con.[1], *g/kg*	Leaf Ca con., *g/kg*	Whole plant Ca con., *g/kg*	Root Ca amount, *mg*/plant	Leaf Ca amount, *mg*/plant	Whole Ca amount, *mg*/plant
0	Seedling	3.7	6.0	4.8	0.33	0.48	0.81
The 1st month	15-20-25	2.7^{a}[2]	4.2^{a}	3.5^{a}	0.32^{a}	0.63^{a}	0.95^{a}
	20-20-20	2.5^{a}	4.5^{a}	3.5^{a}	0.30^{a}	0.54^{a}	0.84^{a}
	30-10-10	2.0^{a}	5.3^{a}	3.7^{a}	0.20^{a}	0.58^{a}	0.78^{a}
	Mean	2.4	4.7	3.6	0.27	0.58	0.86
The 2nd month	15-20-25	0.5^{a}	3.1^{a}	1.6^{a}	0.10^{a}	0.43^{a}	0.53^{a}
	20-20-20	0.9^{a}	3.0^{a}	1.8^{a}	0.14^{a}	0.33^{a}	0.47^{a}
	30-10-10	1.0^{a}	3.7^{a}	2.1^{a}	0.16^{a}	0.41^{a}	0.57^{a}
	Mean	0.8	3.3	1.8	0.13	0.39	0.52
The 3rd month	15-20-25	2.6^{a}	2.9^{ab}	2.8^{a}	0.49^{a}	0.61^{a}	1.10^{a}
	20-20-20	2.9^{a}	1.6^{b}	2.2^{a}	0.52^{a}	0.37^{b}	0.89^{a}
	30-10-10	1.2^{b}	3.7^{a}	2.5^{a}	0.22^{b}	0.70^{a}	0.92^{a}
	Mean	2.2	2.7	2.5	0.41	0.56	0.97
The 4th month	15-20-25	3.5^{a}	6.8^{a}	5.3^{a}	0.81^{a}	1.90^{a}	2.71^{a}
	20-20-20	1.9^{ab}	5.9^{a}	4.0^{ab}	0.49^{ab}	1.65^{a}	2.15^{ab}
	30-10-10	1.4^{b}	5.6^{a}	3.6^{b}	0.31^{b}	1.34^{a}	1.65^{b}
	Mean	2.3	6.1	4.3	0.54	1.63	2.17
The 5th month	15-20-25	3.2^{a}	7.8^{a}	5.4^{a}	1.38^{a}	3.20^{a}	4.57^{a}
	20-20-20	2.5^{ab}	6.5^{a}	4.5^{ab}	1.10^{a}	2.73^{a}	3.83^{a}
	30-10-10	1.2^{b}	5.8^{a}	3.5^{b}	0.42^{b}	2.09^{a}	2.51^{b}
	Mean	2.3	6.7	4.5	0.97	2.67	3.64

1 Concentration.

2 Means in the same column of the same stage followed by the same letter indicates no significant difference at 0.05 level (Duncan's multiple range test).

度無顯著差異之影響，但栽培後期(三個月後)則顯示30-10-10處理根之鈣濃度顯著低於其他處理者。經五個月栽培，小苗葉之鈣平均濃度為5.8-7.8 *g/kg*，根之鈣平均濃度為1.2-3.2 *g/kg*，整株濃度為3.5-5.4 *g/kg* (表七)。皆低於其他研究中顯示之成熟蝴蝶蘭植體之鈣濃度(8.4-29.0 *g/kg*)[3, 6, 8, 9, 13, 14]甚多，顯示本試驗之三種肥料配方均無法提供足量之鈣，因此，可能因而影響蝴蝶蘭生長。雖然成熟葉之鈣濃度會比年輕之葉片中者高，但是表七所顯示之小苗葉之鈣濃度應屬甚低者。其原因可能為本研究施用之三種肥料配方皆不含鈣。雖然所用之灌溉水含鈣約20 *mg/L*而水苔亦含有鈣(表一)，顯示介質及水所能提供之鈣無法有效被吸收。肥料氮、磷與鉀比例不同，會影響蝴蝶蘭小苗鈣吸收進而影響濃度之變化。相似之結果亦顯現在Wang和Konow[9]、楊等人[6]及米田等人[8]等人之研究中。

5. 鎂

在第一個月時，以15-20-25處理之鎂吸收量較高，但是與其他二處理間無顯著差異；在第二個月時，與磷、鉀及鈣之情形相同，根與葉均呈現比前一生長期減少之現象，第三個月時，20-20-20處理仍呈現此現象。15-20-25處理於第四個月時，有最大之淨吸收量，而其他兩處理則於第五個月時之吸收量最大。經五個月栽培之後，以20-20-20處理之淨吸收鎂量最大。累積於葉的量高於在根者。經五個月栽培後，15-20-25、20-20-20及30-10-10三處理淨吸收之鎂總量分別為每株2.38、3.18及2.04 *mg*。試驗期間三種處理之鎂供給量相同，皆僅為每株0.03 *mg*。顯示顯示蝴蝶蘭所吸收的鎂大部份來自灌溉水及水苔。五個月栽培後，各處理之鎂吸收量不同，顯示不同施肥處理對鎂吸收之影響不同，Wang和Konow[9]研究亦發現，不同氮、磷與鉀比例之肥料，會影響蝴蝶蘭對鎂之吸收。

不同肥料處理對植體鎂濃度之影響不大，而經五個月栽培，小苗葉之鎂濃度為4.1-5.0 *g/kg*，根之鎂濃度為2.6-3.4 *g/kg*，整株濃度為3.3-4.2 *g/kg* (表八)，此為許多文獻中所報導之

表八　不同之肥料配方對蝴蝶蘭小苗五個月生長期間之鎂吸收、分配與植體中鎂濃度之影響

Table 8. Effect of fertilizer formulation on the Mg uptake and distribution in seedling of *Phalaenopsis amabilis* var. *formosana* during the five months of growing period

Time	Treatment	Root Mg con.[1], g/kg	Leaf Mg con., g/kg	Whole plant Mg con., g/kg	Root Mg amount, *mg*/plant	Leaf Mg amount, *mg*/plant	Whole Mg amount, *mg*/plant
0	Seedling	1.4	3.7	2.5	0.13	0.30	0.42
The 1st month	15-20-25	0.17^{a2}	0.34^{a}	2.6^{a}	0.20^{a}	0.51^{a}	0.71^{a}
	20-20-20	0.15^{a}	0.27^{a}	2.1^{a}	0.18^{a}	0.32^{a}	0.50^{a}
	30-10-10	0.14^{a}	0.33^{a}	2.4^{a}	0.14^{a}	0.36^{a}	0.50^{a}
	Mean	1.5	3.1	2.4	0.17	0.40	0.57
The 2nd month	15-20-25	0.09^{a}	0.21^{a}	1.4^{a}	0.17^{a}	0.29^{a}	0.47^{a}
	20-20-20	0.10^{a}	0.17^{a}	1.3^{a}	0.15^{a}	0.19^{a}	0.34^{a}
	30-10-10	0.11^{a}	0.18^{a}	1.4^{a}	0.18^{a}	0.20^{a}	0.37^{a}
	Mean	1.0	1.9	1.4	0.17	0.23	0.39
The 3rd month	15-20-25	0.30^{a}	0.20^{a}	2.5^{a}	0.57^{a}	0.42^{a}	0.99^{a}
	20-20-20	0.33^{a}	0.13^{a}	2.2^{a}	0.59^{a}	0.30^{a}	0.89^{a}
	30-10-10	0.09^{b}	0.17^{a}	1.3^{a}	0.16^{a}	0.32^{a}	0.49^{a}
	Mean	2.4	1.7	2.0	0.44	0.35	0.79
The 4th month	15-20-25	0.31^{a}	0.47^{a}	4.0^{a}	0.71^{a}	1.32^{a}	2.03^{a}
	20-20-20	0.21^{a}	0.41^{a}	3.1^{a}	0.55^{a}	1.15^{a}	1.69^{a}
	30-10-10	0.21^{a}	0.41^{a}	3.1^{a}	0.46^{a}	0.98^{a}	1.45^{a}
	Mean	2.4	4.3	3.4	0.57	1.15	1.72
The 5th month	15-20-25	0.26^{a}	0.41^{a}	3.3^{a}	1.12^{a}	1.68^{a}	2.80^{a}
	20-20-20	0.34^{a}	0.50^{a}	4.2^{a}	1.50^{a}	2.10^{a}	3.60^{a}
	30-10-10	0.28^{a}	0.41^{a}	3.5^{a}	0.98^{a}	1.48^{a}	2.46^{a}
	Mean	2.9	4.4	3.7	1.20	1.75	2.95

1 Concentration.

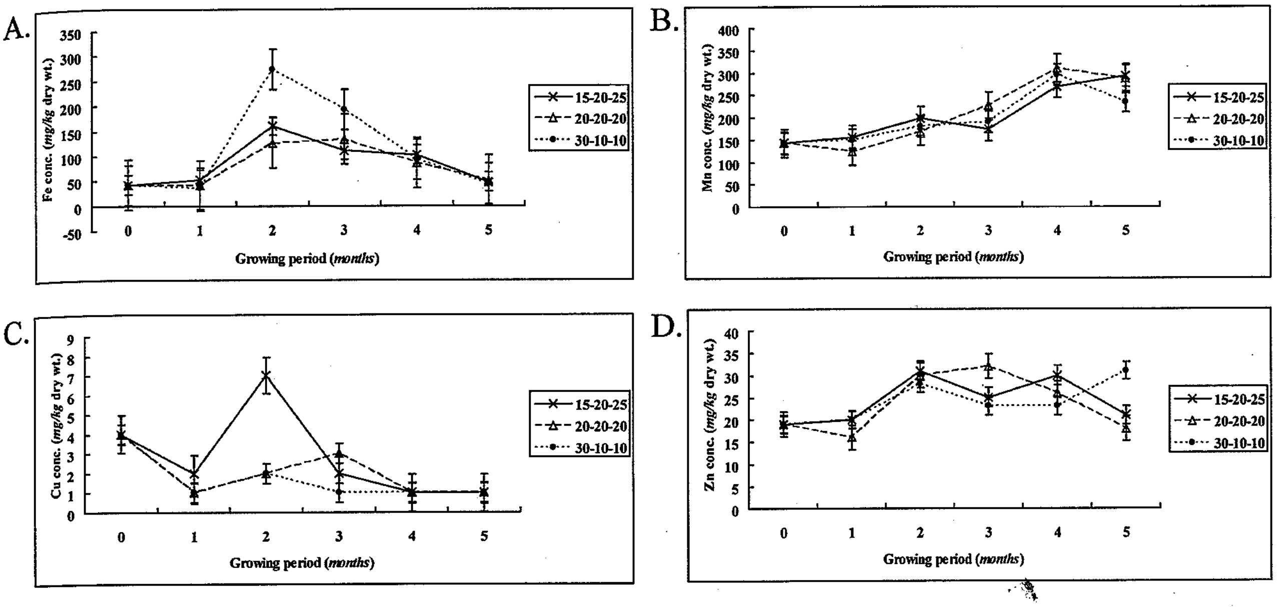
2 Means in the same columns of the same stage followed by the same letter indicates no significant difference at 0.05 level (Duncan's multiple range test).

成熟蝴蝶蘭植體鎂濃度(5.7-8.4 *g/kg*)[3,6,8,9,13,14]之一半。一般而言，隨植物器官生理年齡之增加，其元素濃度隨之增加至最大值之後，因生長造成之稀釋作用而下降。因此，本研究所得之蝴蝶蘭小苗期植體鎂濃度為成熟期者之一半左右，顯示所供給之鎂有不足之虞，易言之，由養液、灌溉水及水苔而來之鎂可能因不足而影響其生長。

6. 鐵、錳、銅與鋅

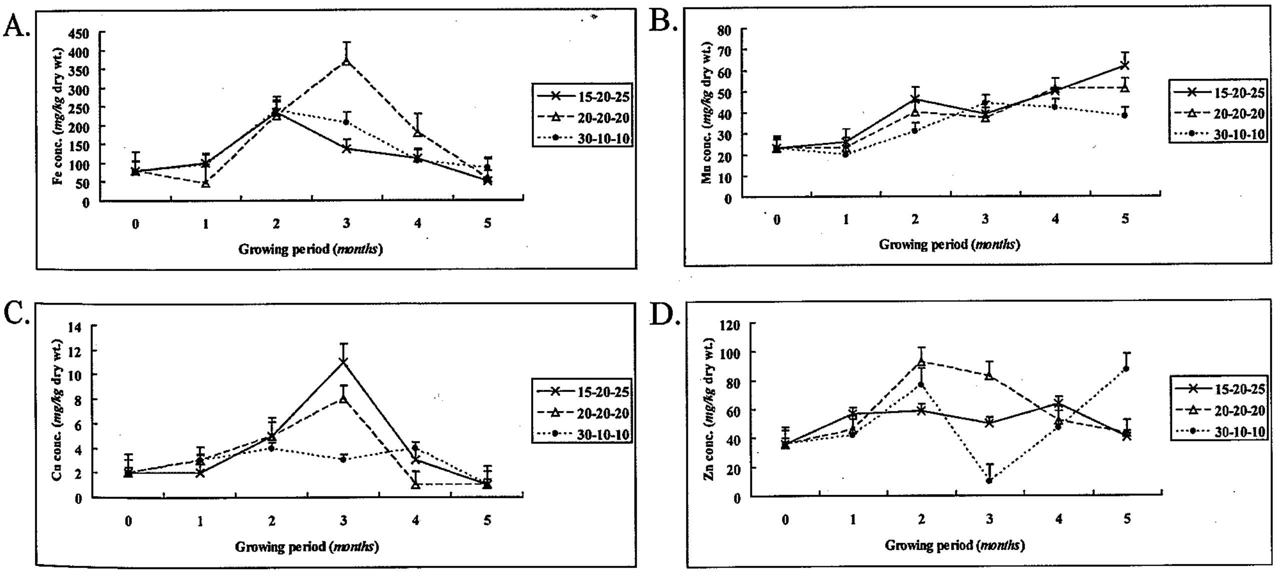
在本研究肥料中，有硼、銅、鐵、錳、鉬與鋅之添加(表二)，但是，蝴蝶蘭亦可由自來水及水苔吸收這些微量要素。一般植物葉的鐵濃度在20-350 *mg/kg*[29]，有些則較高，如水稻、茶葉[30,31]。圖一與圖二顯示不同時間，不同肥料處理之蝴蝶蘭小苗葉之鐵濃度為20-270 *mg/kg*，根為80-400 *mg/kg*。植物根之鐵濃度比葉中者有較高之趨勢，是因鐵被吸收後，容易被根保留[30,31]。葉之鐵濃度於移植後，逐漸增加至第二個月。顯示因處理前小苗中之鐵濃度低，因此，移植後即行吸收而使其濃度上升，然後下降。移植二月之後，蝴蝶蘭小苗葉中不再累積鐵，而其濃度則因生長而被稀釋；根之鐵濃度亦與葉呈現類似之變化，惟其濃度下降是在移植三個月之後。不同處理之差異影響僅表現在移植後二月與三月之葉與二月之根中之濃度，均以20-20-20處理者之濃度顯著較高，其他時間，則不受處理之影響。

一般植物葉之錳濃度在20-200 *mg/kg*[29]。圖一顯示不同肥料處理之蝴蝶蘭小苗葉之錳濃度為150-300 *mg/kg*與根為20-60 *mg/kg*，且由移植之後至五個月栽培結束，呈現逐漸上升之現象。顯示蝴蝶蘭在生長過程中不斷吸收錳且其吸收速率相對於生長速率較大，因此，呈現累積之現象。但是，整體而言，三種肥料配方處理，並未對不同時期蝴蝶蘭小苗之葉與根中之錳濃度造成顯著差異之影響。由於錳被吸收之後，容易隨蒸散流往地上部傳輸，因此，植物所吸收之錳主要在地上部累積。與一般植物比較，蝴蝶蘭小苗植體中之錳濃度應無過多或不足之虞，此結果亦顯示，蝴蝶蘭小苗在五個月栽培過程中，由肥料、自來水及水苔而來之



圖一 不同之肥料配方對蝴蝶蘭小苗五個月生長期間葉中之微量營養元素濃度影響

Fig. 1. Effect of various fertilizer formulae on the concentrations of trace nutrients in leave of seedling of *Phalaenopsis amabilis* var. *formosana* during the five months of growing period.



圖二 不同之肥料配方對蝴蝶蘭小苗五個月生長期間根中之微量營養元素濃度影響

Fig. 2. Effect of various fertilizer formulae on the concentrations of trace nutrients in roots of *Phalaenopsis amabilis* var. *formosana* during the five months of growing period.

錳，是足以滿足其生長之需。

蝴蝶蘭小苗植體中之銅濃度均甚低，此與一般農作物正常生長所需之足量濃度(sufficiency level)[29]並無差異。五個月栽培期間，植體中銅濃度隨時間之變化現象，與鐵相似，即葉之濃度於移植後，逐漸增加至第二個月，然後下降，根之濃度下降是在移植三個月之後。但是葉與根均顯示以15-20-25處理之銅濃度顯著較高，分別是在移植後二月與三月，其他時期者，則三處理間，無顯著差異。

一般植體葉之鋅濃度之變化範圍甚小[29]。圖一顯示，蝴蝶蘭小苗在五個月栽培期間，葉中鋅濃度亦在一甚小之範圍內變化(15-30 *mg/kg*)，根之變化範圍則較大(10-90 *mg/kg*)，且顯

現根之濃度高於葉者。整體而言，三種肥料配方處理，並未對不同時期蝴蝶蘭小苗葉與根中之鋅濃度造成顯著差異之影響。

整體而言，經五個月栽培後之不同肥料處理之蝴蝶蘭小苗葉中鐵、錳、鋅及銅濃度與根之鐵、鋅及銅濃度和楊等人[6]結果相近，根部錳濃度則略低。

結 論

施用三種不同比例之氮、磷與鉀肥料於蝴蝶蘭小苗之生長間無顯著差異。顯示對蝴蝶蘭小苗之生長而言，氮、磷與鉀肥料在一定之比例範圍均可以達到所需要之生長。但是對植體元素濃度及累積量而言，不同比例之氮、磷與鉀肥料之影響則因元素之不同而有差異。30-10-10處理雖然有助於蝴蝶蘭小苗植體氮濃度之提高，但是卻無顯著增加生長之功用；所處理之兩種磷濃度，不但對生長無顯著差異之影響，也對磷之吸收無顯著差異之影響；蝴蝶蘭對鉀之需求量大，因此，在最高鉀濃度之處理，所施用之鉀也大部分被吸收，因此，肥料配方中應可增加鉀的濃度。雖然自來水與水苔能供應蝴蝶蘭小苗所需之部分鈣及鎂，三種處理之蝴蝶蘭小苗植體中鈣及鎂濃度低，顯示於肥料配方中加上鈣及增加鎂濃度。

參 考 文 獻

(1) H. A. Poole and J. G. Seeley: Nitrogen, potassium and magnesium nutrition of three orchid genera. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **103**: 485-488 (1978).

(2) 林菁敏：*溫度、無機養分與栽培介質對蝴蝶蘭生長與開花之影響*。國立臺灣大學園藝研究所碩士論文。臺北，臺灣 (1983)。

(3) 田中豐秀、松野孝敏、桀田正治、五味清：ファレノプシスの生長と化學組成及ぼす培養液濃度培養土の影響。*園藝雜誌*，**57**: 78-84 (1988)。

(4) Y. T. Wang and L.L. Gregg: Medium and fertilizer affect the performance of *Phalaenopsis* orchids during two flowering cycles. *Hort. Sci.*, **29**: 269-271 (1994).

(5) 吳國典、陳文輝、陳榮濱、邱明森、鄭英佑：蔗渣增施氮素及有機肥對蝴蝶蘭生育之影響。*臺灣糖業研究所研究彙報*，**146**: 1-8 (1994)。

(6) 楊光盛、孫華慰、葉德銘、林學正：數種高經濟花卉作物肥料之開發應用研究 (二) 即溶花卉肥料。*中國園藝*，**41**: 41-53 (1995)。

(7) Y. T. Wang: Effects of six fertilizers on vegetative growth and flowering of *Phalaenopsis* orchids. *Sci. Hort.*, **65**: 191-197 (1996).

(8) 米田和夫、臼井真理子、窪田聰：ファレノブシスの生育、開花及ぼす養分欠乏とその症状について。*園藝雜誌*，**66**: 141-147 (1997)。

(9) Y. T. Wang and E. A. Konow: Fertilizer source and medium composition affect vegetative growth and mineral nutrition of a hybrid moth orchid. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **127**: 442-447 (2002).

(10) Y. Y. Cui, M. W. Jeon, E. J. Hahn and K. Y. Paek: Concentration of nutrient solution and growing media affect growth and flowering of *Doritaenopsis* 'Tinny Tender'. *Acta Hort.*, **644**: 77-83 (2004).

(11) Y. T. Wang and A. C. J. Tsai: Effect of potassium concentration on a hybrid *Phalaenopsis* grown in a bark mix or sphagnum moss. *Hort. Sci.*, **41**: 980 (2006).

(12) M. Silberbush and J. H. Lieth: Nitrate and potassium uptake by greenhouse roses (*Rosa hybrida*) along successive flower-cut cycles: A model and its calibration. *Sci. Hort.*, **101**: 127-141 (2004).

(13) H. A. Poole and J. G. Sheehan: Chemical composition of plant parts of *Phalaenopsis* orchids. *Amer. Orchid Soc. Bull.*, **43**: 242-246 (1974).

(14) S. Kubota, T. Fukai and K. Yoneda: The growth and nutrient absorption in *Phalaenopsis* plant. In: *Proceedings of the Nagoya International Orchid Show 91*. pp. 129-132. Nagoya, Japan (1991).

(15) S. R. Batchelor: *Phalaenopsis*-part 4. *Amer. Orchid Soc. Bull.*, **52**: 243-250.

(16) 雷欣怡：*蝴蝶蘭開花期礦物元素組成變化與肥料需求*。國立臺灣大學園藝研究所碩士論文。臺北，臺灣 (2007)。

(17) 王炳勳：*肥料濃度對蝴蝶蘭種苗接力栽培生育之影響*。國立嘉義大學農學研究所碩士論文。嘉義，臺灣 (2006)。

(18) 楊學琳：*溫度、光與無機養分對姬蝴蝶蘭和朵麗蝶蘭生長與開花的影響*。國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文。臺北，臺灣 (1996)。

(19) 官順協：*介質種類及施肥濃度對蝴蝶蘭生長之影響*。國立嘉義大學農學研究所碩士論文。嘉義，臺灣 (2007)。

(20) B. V. Anthura: The Climate. In: *Cultivation Guide Phalaenopsis* (N. van der Knaap, M. van Herk, R. Kuijf, N. van Rosmalen, L. de Goeij, W. Gijzen, M. van der Leeden, J. van Spingelen, A. Lont and A. van Os, eds.), pp. 63-80, Bleiswijk, Holland. (2005).

(21) J. Murphy and J. P. Riley: A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta*, **27**: 31-36 (1962).

(22) D. J.Greenwood, K. I. Kubo, I. G. Burns and A. Draycott: Apparent recovery of fertilizer N by vegetable crops. *Soil Sci. Plant Nutr.*, **35**: 367-381 (1989).

(23) B. Eghball and J. Power: Phosphorus- and nitrogen-based manure and compost applications: Corn production and soil phosphorus. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **63**: 895-901 (1999).

(24) H. F. Schnier, M. Dingkuhn, S. K. De Datta, K. Mengle. E. Wijagco and C, Javellana: Nitrogen economy and canopy carbon dioxide assimilation of tropical lowland rice. *Agron. J.*, **82**: 451-459 (1990).

(25) H. F. Schnier, M. Dingkuhn, S. K. De Datta, E. P. Marqueses and J. E. Faronilo: Nitrogen-15 balance in transplanted and direct-seeded rice as affected by different methods of urea application. *Biol. Fertil. Soils*, **10**: 89-96 (1990).

(26) B. Klepper: Root- shoot relationships. In: *Plant Roots: The Hidden Half*, 1st ed. (Y. Waisel, A. Eshel and U. Kafkafi, eds.), pp. 265-286. Marcel Dekker, New York, USA (1991).

(27) 游富鈴：水苔、*椰纖混合介質及添加緩效性肥料對蝴蝶*

(28)

(29)

蘭生育之影響。國立臺灣大學園藝研究所碩士論文。臺北，臺灣 (1983)。

(28) 張耿衡、戴廷恩、黃勝忠、曹進義、蔡娟婷、王斐能、張愛華、侯鳳舞：人造纖維應用於蝴蝶蘭栽培介質之研究。*臺灣園藝*，**52**: 71-80 (2006)。

(29) J. B. Jr. Jones: *Plant Nutrition Manual*, pp. 55-76. CRC Press, New York, USA (1998).

(30) 鍾仁賜、蘇育萩、林鴻淇：盆栽水稻評估污泥堆肥之殘餘養分生物有效性。*中國農業化學會誌*，**30**: 368-397 (1992)。

(31) R. S. Chung: Influence of aluminum, magnesium, and silicon on the growth and nutrient uptake of tea plant. *J. Chinese Agric. Chem. Soc.*, **30**: 291-306 (1992).